Journal of Agroecology
Vol. 13, No.3, Fall 2021, p. 391-407

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۴۰۷-۳۹۱

مقاله علمی - پژوهشی

اثر کاربرد کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller.) در استان بوشهر

اسماعیل فرخی[1]، علیرضا کوچکی[2*]، مهدی نصیری‌محلاتی[2] و رحیم خادمی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۱۷

فرخی، ا.، کوچکی، ع.، نصیری‌محلاتی، م.، و خادمی، ر.، ۱۴۰۰. اثر کاربرد کودهای دامی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller.) در استان بوشهر. بوم‌شناسی کشاورزی ۱۳(۳): ۴۰۷-۳۹۱.

چکیده

آلوئه‌ورا یا صبر زرد (*Aloe vera* L. Syn: *A.barbadensis* Miller.) متعلق به تیره لاله (یا آلوئه) و جزو گیاهان گوشتی، چندساله، و همیشه سبز می‌باشد. مدیریت حاصلخیزی در مزرعه یکی از استراتژی‌هایی است که می‌تواند عملکرد آلوئه‌ورا را افزایش دهد، امّا متأسفانه اطلاعات در مورد مدیریت زراعی این محصول بسیار اندک است. به این منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر به اجرا درآمد. عامل اصلی شامل کاربرد و عدم کاربرد کود گوسفندی (۲۰ تن در هکتار) و عامل فرعی شامل کودهای بیولوژیک و شیمیایی در پنج سطح (۱- کود شیمیایی (۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره)، ۲- کود بیولوژیک میکوریزا (خاک حاوی قارچ‌هایی از گونه *موسه‌آ*)، ۳- کود بیولوژیک نیتراژین شامل باکتری‌های *Azotobacter* spp.، *Pseudomonas* spp. و *Azospirillum* spp.، ۴- ترکیب دو کود بیولوژیک میکوریزا و نیتراژین و ۵- شاهد (بدون مصرف کود) بودند. وزن تر بوته، طول و عرض و ضخامت و تعداد برگ، وزن خشک بوته و عملکرد نهایی اندازه‌گیری و محاسبه شدند. نتایج نشان داد برهم‌کنش بین کود دامی و کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. کاربرد کود دامی در مقایسه با عدم کاربرد آن باعث بهبود شاخص‌های رشد گردید. تلفیق کود دامی با کود شیمیایی بیشترین تأثیر را بر رشد آلوئه‌ورا داشت، به‌طوری‌که این تیمار دارای بیشترین وزن خشک و تر بوته به‌ترتیب با ۷۸/۱۰ و ۳۱۰۷/۱۸ گرم و همچنین بیشترین عملکرد نهایی با ۳۶/۰۴ تن در هکتار بود.در نهایت، نتایج این تحقیق نشان داد که برای تولید عملکرد بالا و با کیفیت آلوئه‌ورا می‌توان از تلفیق کودهای دامی و بیولوژیک به‌جای کودهای شیمیایی سود برد.

واژه‌های کلیدی: برگ قابل برداشت، کود گوسفندی، میکوریزا، نیتراژین

مقدمه

در طی چند دهه اخیر موضوع پایداری در مدیریت کشاورزی مورد توجه محققین و برنامه‌ریزان قرار گرفته و هم‌اکنون پایداری یکی از متداول‌ترین واژه‌هایی است که به‌صورت گسترده به‌کار می‌رود. کشاورزی پایدار فراتر از یک متدولوژی بوده و رهیافت فلسفی متفاوتی را می‌طلبد (Jahan & Nassiri Mahallati, 2012). امروزه ضرورت نگاه بوم‌شناختی به کشاورزی بیش از پیش آشکار شده است و در این چارچوب نه‌تنها ابعاد فناوری در آن مطرح است، بلکه جنبه‌های دیگری از جمله موارد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و اخلاقی نیز مورد نظر می‌باشد (Koocheki & Khajeh Hosseini, 2008). کودهای زیستی نظیر قارچ میکوریزا، ریزجانداران حل‌کننده فسفات و ورمی‌کمپوست در سیستم‌های مبتنی بر کشاورزی پایدار، علاوه‌بر حفظ سلامت محیط‌زیست، موجب ارتقای کیفیت و پایداری عملکرد به‌ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌شود (Sharma, 2002).

۱- دکتری بوم‌شناسی زراعی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۳- کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: akooch@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v1i1.35204

کودهای دامی عناصر غذایی را به‌مقدار کم و به‌تدریج در طول فصل رشد آزاد می‌کنند، لذا شستشو و هدررفت مواد غذایی این کودها کاهش می‌یابد (Lampkin, 1990). همچنین داودن و کوالز (Dauden & Quilez, 2004) بیان داشتند، کاربرد کودهای دامی باعث بهبود باروری و بهبود خصوصیات خاک می‌شود و به همین دلیل بر کودهای شیمیایی ارجحیت دارند.

کود زیستی نیتراژین (ازتوباکترین) مایع قابل پخش در آب است که حاوی باکتری‌های *Pseudomonas* spp. ،*Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp. است. مجموعه باکتری‌های موجود در نیتراژین با دارا بودن خاصیت تثبیت نیتروژن، حل‌کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد و آنتی‌بیوتیک‌ها موجب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه و مقاومت به عوامل بیماری‌زا می‌شوند. نیتراژین با تغییرات عمده در فیزیولوژی گیاه، موجب افزایش چشمگیر عملکرد و کیفیت آن می‌گردد (Baker, 2006).

یکی از اصلی‌ترین ریزجانداران موجود در محیط ریشه‌ها، قارچ‌های میکوریزا وزیکولار آربوسکولار[1] هستند (Barea et al., 2005; Allen, 1991)، که جریان‌های مواد و انرژی در بوم‌نظام‌های خشکی را تنظیم می‌کند (Allen et al., 2003).

آلوئه‌ورا یا صبر زرد (*Aloe vera* L. Syn: *A. barbadensis* Miller.) متعلق به تیره لاله[2] (یا آلوئه[3]) و جزء گیاهان گوشتی، چندساله، و همیشه سبز می‌باشد (Omidbaigi, 2010; Mirza et al., 2008 & Morton, 1961). این گیاه بومی آفریقای جنوبی و شرقی و ماداگاسکار است که به‌تدریج به آفریقای شمالی، شبه جزیره عربستان، چین، جبل‌الطارق، کشورهای مدیترانه‌ای، و غرب هندوستان وارد شده است (Adams et al., 2000; Ziaee et al., 2005). صبرزرد دارای متابولیسم اسید کراسولاسه[4] (CAM) می‌باشد (Hernández-Cruz et al., 2002; Rodriguez-Garcia et al., 2007). گیاه دارویی آلوئه‌ورا با نام صبر زرد، صبر تلخ یا شاخ‌بزی که در استان بوشهر با نام‌های گل سگله، گل قبر یا چادروا شناخته می‌شود، یکی از گونه‌های مهم دارویی است که در نواحی گرم وخشک از جمله سواحل جنوبی کشور می‌روید (Yazdani et al., 2006). نزدیک به ۲۰ هکتار رویشگاه طبیعی گیاه دارویی صبرزرد در سواحل استان بوشهر یافت می‌شود (Srtavi & Gholamian, 2004). با توجه به اینکه گیاه صبر زرد با اقلیم جنوبی کشور سازگار است و به‌خوبی در این مناطق (به‌خصوص استان بوشهر) که دارای منابع آبی فقیری هستند، قابل پرورش است، توجه به این گونه و توسعه کاشت و ایجاد صنایع فراوری آن در این مناطق می‌تواند گام مهمی در جهت ایجاد اشتغال و بهره‌وری مناسب از اراضی فقیر کشاورزی باشد (Farrokhi & Nassiri Mahallati, 2013). مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده صبرزرد مکزیک، جمهوری دومنیکن، جامائیکا، ونزوئلا، آرژانتین، برزیل، استرالیا، چین، تایلند، هند، مالزی و آفریقای جنوبی می‌باشند (Omidbaigi, 2010).

شناخته‌شده‌ترین کاربردهای ژل آلوئه‌ورا در زمینه‌های آرایشی و دارویی است که اخیراً برای درمان نیش حشرات، زخم، سوختگی، سرطان و ایدز استفاده می‌شود (Hamman, 2008; Omidbaigi, 2010). اطلاعات در مورد مدیریت زراعی این محصول بسیار اندک است. مدیریت حاصلخیزی در مزرعه می‌تواند یکی از استراتژی‌هایی باشد که عملکرد آلوئه‌ورا را به سطحی بالاتر ارتقاء می‌دهد (Mirza et al., 2008). کشاورزان در کشت آلوئه‌ورا از هیچ روش زراعی پیشنهادی بهره نمی‌برند و پیامد این موضوع کاهش عملکرد این گیاه می‌باشد.

با وجودی که تحقیقات گسترده‌ای در مورد آلوئه‌ورا انجام گرفته است، امّا اغلب این مطالعات علمی به ویژگی‌های دارویی و آرایشی و بازاریابی محصولات حاصل از آلوئه‌ورا پرداخته‌اند و اطلاعات بسیار کمی در مورد جنبه‌های زراعی این گیاه وجود دارد (Zhao-Pu et al., 2006; Rodriguez-Garcia et al., 2000; Nejatzadeh-Barandozi et al., 2012)

منابع علمی موجود در مورد تأثیر کودهای دامی و بیولوژیک بر آلوئه‌ورا بسیار محدود است. میرزا و همکاران (Mirza et al., 2008) طی مطالعه‌ای روی شاخص‌های رشدی و عملکرد برگ آلوئه‌ورا تحت تأثیر کودهای آلی زیستی، مشاهده کردند بیشترین تعداد برگ و حداکثر وزن برگ، حداکثر کل سطح برگ و همچنین بزرگترین طول و عرض برگ در تیمار ۵۰ درصد خاک + ۵۰ درصد کودگاوی به‌دست آمد. نتایج مطالعات کریشنا مورسی و مالیگا (Krishna Moorthy & Malliga, 2012) ، آئینی و همکاران (Aeini et al., 2012) و موتا فرناندز و همکاران (Mota-Fernández et al., 2011) حاکی از اثر مثبت کودهای زیستی بر رشد آلوئه‌ورا بود. پوریوسف و همکاران (Pouryousef et al., 2010) در گیاه اسفرزه (*Plantago ovata*) با

1- Vesicular arbuscular mycorrhiza
2- Liliaceae
3- Aloeaceae
4- Crassulacean acid metabolism

کاربرد کودهای شیمیایی، دامی و باکتری‌های حل‌کننده فسفات (بارور) و تلفیق آن‌ها شاهد افزایش شاخص‌های کل ماده خشک، عملکرد بذر، درصد موسیلاژ، عملکرد موسیلاژ و فاکتور آماس بذر بودند. نتایج مانجیوناتا و همکاران (Manjunatha et al., 2007) در فلفل نشان داد که با ترکیب کود شیمیایی و کود دامی، بیشترین ارتفاع، تعداد شاخه، گسترش گیاه، سطح برگ و دوام سطح برگ حاصل شد. هرشاوردان و همکاران (Harshavardhan et al., 2007) در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) نتیجه گرفتند که کاربرد ۴۵ کیلوگرم نیتروژن، ۲۲/۵ کیلوگرم فسفر و پتاس به‌همراه نه تن کود آلی در هکتار، باعث حداکثر تولید اسانس به‌میزان ۴۲/۲۵ کیلوگرم در هکتار شد. ال‌ماریوکاسیمر و مورالس (Al-Mario Casimir & Morales-Payan, 2003) در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativun*) با کاربرد کودهای گاوی، گوسفندی و شیمیایی مشاهده کردند از نظر تعداد برگ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد، ولی ارتفاع گیاه در این تیمارها در مقایسه با شاهد بیشتر بود. در تیمار کود شیمیایی و همچنین ترکیب کود شیمیایی و کود گوسفندی حداکثر عملکرد تر و خشک به‌دست آمد. این مطالعه با هدف بررسی روش‌های مدیریت تغذیه‌ای بر تولید گیاه دارویی آلوئه‌ورا در شرایط آب‌وهوایی استان بوشهر انجام گرفت تا با امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای دامی و بیولوژیک بتوان در جهت تولید پایدار این گیاه دارویی ارزشمند گام برداشت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی استان بوشهر، واقع در پنج کیلومتری جنوب شهر برازجان با عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۰ متری از سطح دریا اجرا شد. حداکثر درجه حرارت، ۵۱ درجه سانتی‌گراد در ماه مرداد و حداقل درجه حرارت ۱- درجه سانتی‌گراد در ماه بهمن، میانگین بارندگی سالانه ایستگاه ۳۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۵/۲۶ درجه سانتی‌گراد و تبخیر سالانه حدود ۳۰۰۰ میلی‌متر است.

قبل از شروع آزمایش مزرعه‌ای، به‌منظور تعیین خصوصیات شیمیایی خاک، نمونه‌ای تا عمق ۳۰ سانتی‌متری از خاک گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. نمونه‌ای از کود دامی نیز جهت تعیین درصد نیتروژن و سایر خصوصیات آن به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مورد مطالعه قبل از کاشت
Table 1- Chemical properties of experimental soil before planting

بافت Texture	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
Silty loam	145	5.88	0.04	5.71	7.7

جدول ۲- مشخصات کود دامی مورد استفاده در این آزمایش
Table 2- Characteristics of manure used in the experiment

نیتروژن N (%)	پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	نسبت کربن به نیتروژن C/N	ماده آلی OC (%)	اسدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
1.94	3.48	0.89	23.1	28.2	7.4	3.52

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در داخل هر بلوک دو کرت اصلی: ۱- کود گوسفندی (۲۰ تن در هکتار) ۲- عدم استفاده از کود گوسفندی و در داخل هر کرت اصلی پنج کرت فرعی: ۱- میکوریزا، ۲- نیتراژین، ۳- مخلوط میکوریزا و نیتراژین، ۴- کود شیمیایی توصیه شده (۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) و ۵- شاهد (بدون کود) قرار گرفت. مقدار مصرف کودهای بیولوژیک نیز بر اساس مقدار توصیه شده توسط شرکت‌های سازنده این کودها بود.

در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۰ مزرعه آزمایشی دو دیسک عمود بر هم زده شد و پس از آن به‌منظور تسطیح خاک از لولر استفاده گردید، و پس از آن نقشه طرح پیاده و کرت‌های فرعی با اندازه‌های سه در ۳/۵ متر

ایجاد شدند. از آنجایی که آبیاری به‌صورت قطره‌ای انجام می‌گرفت، لوله‌کشی‌های لازم در فاصله‌های مشخص بر مبنای فاصله ردیف‌های کاشت، انجام شد.

۲۰ تن در هکتار کود گوسفندی کاملاً پوسیده قبل از کاشت برای کرت‌هایی که باید با کود دامی تیمار می‌شدند در نظر گرفته شد و به‌طور مساوی در محل قرار گرفتن ریشه گیاه ریخته شد. مقدار ۴۵ گرم کود سوپرفسفات تریپل (۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل) قبل از کاشت در هر کرت که باید با کود شیمیایی تیمار می‌شدند، مصرف شد. به این صورت که در فاصله دو سانتی‌متری زیر ریشه‌های پاجوش‌ها به‌صورت مساوی ریخته شد. کود میکوریزا نیز به‌صورت خاک حاوی قارچهایی از گونه موسه‌آ بود که از شرکت زیست‌فناور توران تهیه گردیده بود. این کود نیز قبل از کاشت به‌مقدار ۱۰ گرم در محل قرار گرفتن ریشه‌های پاجوش‌ها به خاک مزرعه اضافه شد. برای تلقیح گیاهچه‌ها با کود بیولوژیک نیتراژین که به‌صورت مایع است، ابتدا کود در ظرفی با دهانه گشاد ریخته شد و پاجوش‌ها در ظرف قرار داده شد، به‌گونه‌ای که ریشه پاجوش‌ها کاملاً با کود آغشته شوند، آنگاه بلافاصله پاجوش‌ها در کرت‌های مورد نظر کاشته شد.

در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۱۵ پاجوش‌های آلوئه‌ورا با اندازه‌های یکسان (۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر) از مزرعه شرکت افضل تهیه و به مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی بنداروز منتقل شد. پس از اعمال تیمارهایی که توضیح داده شد، پاجوش‌های آلوئه‌ورا در ردیف‌هایی منظم به‌فاصله یک متر و بافاصله روی ردیف ۷۰ سانتی‌متر (تراکم ۱/۴۳ بوته در مترمربع) کاشته شد. پس از کاشت بلافاصله آبیاری به‌صورت قطره‌ای انجام شد. کود نیتروژن با منبع اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره) به‌صورت تقسیط در سه مرحله و با فاصله زمانی سه ماهه به گیاه داده شد. تیمارهای کود نیتروژن به‌صورت نواری به‌فاصله پنج سانتی‌متری از ردیف‌های کاشت مصرف شد. کنترل علف‌های هرز در چند نوبت به‌صورت دستی انجام شد. در طول دوره رشد گیاه هیچ نوع آفت یا بیماری در مزرعه مشاهده نگردید و بنابراین، هیچ سم یا آفت‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت.

از آنجا که آلوئه‌ورا به‌کندی رشد می‌کند و مدت زمان زیادی برای استقرار کامل پاجوش‌ها در خاک لازم است، نمونه‌برداری‌ها ۱۵۰ روز پس از کاشت و در تاریخ ۳۰ مهرماه ۱۳۹۱ شروع شد. نمونه‌برداری شش بار با فواصل ۳۰ روز انجام گرفت.

پس از انتخاب دو بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت، نمونه‌ها به آزمایشگاه واقع در مرکز تحقیقات منتقل و وزن تر بوته، طول برگ، عرض برگ، ضخامت برگ، تعداد برگ در بوته و وزن خشک بوته اندازه‌گیری شد. توزین وزن خشک و تر با استفاده از ترازوی دیجیتال انجام گرفت. اندازه طول و عرض برگ به‌وسیله خط‌کش و ضخامت قسمت میانی برگ به‌وسیله دستگاه کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. بوته‌ها برای خشک شدن به قطعات کوچک‌تر تقسیم شده و سپس در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت شدن وزن، قرار گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی، در تاریخ ۹۲/۱/۳۱ از هر طرف ردیف‌های حاشیه‌ای حذف شد و در سطح سه مترمربع باقی‌مانده، عملکرد تعیین شد. از آن‌جا که مهم‌ترین و اصلی‌ترین و در واقع تنهاترین بخش اقتصادی آلوئه‌ورا برگ آن می‌باشد، برای تعیین عملکرد نهایی برگ‌های قابل برداشت از هر بوته جدا و وزن شد. سپس عملکرد بر مبنای تن در هکتار برای هر تیمار محاسبه و ثبت شد.

به‌منظور تجزیه واریانس (ANOVA) و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش و رسم نمودارها و شکل‌ها از نرم‌افزارهای Minitab 16 و Microsoft Excel 2007 استفاده شد. در نهایت، مقایسه میانگین‌ها به‌کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

وزن تر بوته

نتایج این آزمایش حاکی از آن بود که اثرات متقابل کودها بر وزن تر گیاه معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بود (جدول ۳). بیشترین وزن تر به‌میزان ۳/۱۱ کیلوگرم در بوته از تیمار تلفیقی کود شیمیایی با کود گوسفندی به‌دست آمد (شکل ۱). کوتالی و همکاران (Kathuli et al., 2010) نیز تأیید کردند که تیمار مخلوط کود شیمیایی و دامی بیشترین تأثیر بر رشد آلوئه‌ورا داشته است. نتایج حاصل از این مطالعه همچنین نشان داد که در تیمار کاربرد کود گوسفندی، تیمارهای بیولوژیک نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند و بین تیمارهای بیولوژیک، تیمار مخلوط کودهای بیولوژیک نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها اختلاف معنی‌داری داشت و نسبت به کاربرد جداگانه میکوریزا و نیتراژین به‌ترتیب باعث ۲۰ و ۱۲ درصد افزایش وزن تر بوته شد. کم‌ترین میزان وزن تر بوته در شاهد (بدون هیچ کودی) معادل

۱۰۱۰/۰۸ گرم در بوته به‌دست آمد که نسبت به تیمار مخلوط کود بیولوژیک بدون کاربرد کود گوسفندی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). تیمار مخلوط کود بیولوژیک بدون کاربرد کود گوسفندی به‌طور معنی‌داری وزن تر بوته را به‌میزان ۲۰/۴۵ درصد نسبت به تیمار میکوریزا و به‌میزان ۲۰/۲۹ درصد نسبت به تیمار نیتراژین کاهش داد (جدول ۶). آلوئه‌ورا گیاهی شاداب و گوشتی و آبدار است، به همین دلیل به مواد غذایی واکنش زیادی نشان می‌دهد (Mirza et al., 2008) و شدیداً تحت تأثیر میزان دسترسی گیاه به عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد. بنابراین، با در دسترس قرار دادن مواد غذایی برای گیاه با دادن کود شیمیایی و ایجاد شرایط مناسب خاک با تأمین مواد آلی آن (دادن کود دامی به خاک)، برای نگهداری رطوبت خاک و جذب بیشتر آب توسط آلوئه‌ورا می‌توان وزن تر گیاه (عملکرد بیولوژیک) را افزایش داد.

خوشبخت و همکاران (Khoshbakht et al., 2010) در تحقیقی گلخانه‌ای نتیجه گرفتند که اثر کودهای زیستی بر وزن تر اندام هوایی گیاه آلوئه‌ورا معنی‌دار شد ($p \leq ۰/۰۵$) و براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، وزن تر اندام هوایی گیاه در اثر تیمار با کودهای زیستی نسبت به گیاهان شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد. موتا فرناندز و همکاران (Mota-Fernández et al., 2011) نتیجه گرفتند که تیمار *گلوموس کلارویدئوم*[1] نسبت به تیمار *گلوموس فاسیکولاتوم*[2] تأثیر بیشتری بر وزن تر گیاه آلوئه‌ورا دارد و با افزایش غلظت فسفر معدنی درصد میکوریزایی شدن کاهش می‌یابد.

نتایج نشان داد که کاربرد کود گوسفندی نسبت به عدم کاربرد آن تأثیری معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۱$) بر وزن‌تر بوته آلوئه‌ورا داشت (جدول ۳). ساها و همکاران (Saha et al., 2005) در آزمایشی مزرعه‌ای گزارش کردند که کاربرد کود دامی همراه با بستر (FYM[3]) و کاربرد ورمی‌کمپوست مایع در گیاه آلوئه‌ورا نسبت به شاهد (بدون هیچ کودی) بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌درای ($p \leq ۰/۰۵$) داشت. به‌طوری‌که تیمار ورمی‌کمپوست عملکرد بیولوژیکی معادل ۱۲۱ گرم در بوته و تیمار کود دامی همراه با بستر ۱۱۶/۷ گرم در بوته داشتند، در حالی که شاهد عملکردی برابر ۷۵ گرم در بوته داشت. میرزا و همکاران (Mirza et al., 2008) طی آزمایشی گلخانه‌ای روی گیاه آلوئه‌ورا نشان دادند که با افزایش کود گاوی وزن تر نیز افزایش یافت، آن‌ها علت آن را چنین بیان کردند که استفاده از مواد آلی باعث جذب بهتر مواد غذایی شده که خود باعث افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها در آلوئه‌ورا می‌شود. این محققین بیان کردند حتی زمانی که از میزان کود گاوی کم شد و کود شیمیایی اوره اضافه شد نیز تیماری که دارای بیشترین میزان کود گاوی بود، حداکثر وزن‌تر را به خود اختصاص داد. به همین دلیل نتیجه گرفتند که استفاده از کود آلی می‌تواند از کود شیمیایی بهتر باشد.

طول و عرض برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارها بر طول و عرض برگ آلوئه‌ورا در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که بین تیمارهای موجود، در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد، به‌طوری‌که تیمار تلفیق کود گوسفندی و شیمیایی با میانگین طول برگ ۴۹/۱۷ سانتی‌متر و عرض برگ ۸/۷۵ سانتی‌متر بیشترین طول و عرض برگ را دارا بود (جدول ۶).

نتایج نشان داده شده در جدول ۳ تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش، حاکی از آن است که کاربرد کود گوسفندی به‌طوری معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) طول و عرض برگ را افزایش داد. در آزمایشی که میرزا و همکاران (Mirza et al., 2008) روی گیاه آلوئه‌ورا انجام دادند به تأثیر معنی‌دار کاربرد کود دامی بر طول و عرض برگ آلوئه‌ورا اشاره شده است. تیمار تلفیقی کودهای بیولوژیک، عرض برگ را ۲۴/۱۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). از نظر طول برگ بین کودهای شیمیایی، بیولوژیک و شاهد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که بیشترین طول برگ با میانگین ۴۴ سانتی‌متر در تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد که با همه تیمارهای بیولوژیک و شاهد اختلاف معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) داشت، با وجودی که بین کودهای بیولوژیک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۵). شکل ۲ روند رشد طول و عرض برگ را در طول دوره رشد نشان می‌دهد، همان‌طور که مشاهده می‌شود همواره در طول دوره رشد تیمار کود شیمیایی بیشترین طول و عرض برگ را به خود اختصاص داده است.

1- *Glomus claroideum*
2- *Glomus fasciculatum*
3- Farmyard manure

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص‌های مورفولوژیکی آلوئه‌ورا در اثر استفاده از کودهای مختلف

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for some morphological parameters of *Aloe vera* due to the use of different fertilizers

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f	وزن خشک بوته Dry weight of plant	تعداد برگ Number of leaves	ضخامت برگ Leaf thickness	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	وزن تر بوته Fresh weight of plant	عملکرد نهایی Final yield
تکرار R	2	8.84 ns	1.033 ns	0.374 ns	0.3931 ns	3.40 ns	1397 ns	0.72 ns
کود دامی Manure(A)	1	2612.91*	124.033*	211.577*	8.6482*	726.19*	5301774 **	572.99*
خطای a Error a	2	53.66	1.433	3.427	0.4668	11.52	27149	11.93
کود بیولوژیک و شیمیایی Biological and chemical fertilizer	4	1241.44**	22.717**	45.355**	4.5494**	195.52**	1452401**	270.73**
A×B	4	205.44**	3.117*	7.171**	0.8353**	31.57**	136369**	48.83**
خطای b Error b	16	28.60	0.692	1.148	0.1642	6.004	25648	6.84
ضریب تغییرات CV. (%)	-	10.57	7.87	6.15	6.07	7.02	8.13	11.23

ns, * and **: are non- significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی آلوئه‌ورا در اثر کاربرد و عدم کاربرد کود دامی (عامل کرت اصلی)

Table 4- The mean comparisons of yield and some morphological characteristics of *Aloe vera* under the effect of application and non-application of manure (main-plot factor)

تیمار Treatment	عملکرد نهایی Final yield (ton.ha^{-1})	وزن خشک بوته Dry weight of plant (g)	تعداد برگ Number of leaves (in plant)	ضخامت برگ Leaf thickness (mm)	عرض برگ Leaf width (cm)	طول برگ Leaf length (cm)	وزن تر بوته Fresh weight of plant (g)
کاربرد کود گوسفندی Application of manure	27.67 a*	59.89 a	12.60 a	20.06 a	7.20 a	39.79 a	2389.80 a*
عدم کاربرد کود گوسفندی Non-application of manure	18.93 b	41.23 b	8.53 b	14.75 b	6.14 b	29.95 b	1549.03 b

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

* Means followed by the same letters in the column are not significantly different at 5% probability level according to DMRT.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی آلوئه‌ورا در اثر کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی (عامل کرت فرعی)

Table 5- The mean comparison of yield and some morphological characteristics of *Aloe vera* affected on biological and chemical fertilizer (sub plot factor)

تیمار Treatment	وزن تر بوته Fresh weight of plant (g)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	ضخامت برگ Leaf thickness (mm)	تعداد برگ Number of leaves (in plant)	وزن خشک بوته Dry weight of plant (g)	عملکرد نهایی Final yield (ton/ha)
شیمیایی Chemical	2737.12 ^{a*}	44 ^{a}	7.96 ^{a}	21.55 ^{a}	13.83 ^{a}	73.92 ^{a}	34.23 ^{a}
میکوریزا Mycorrhiza	1870.65 ^{b}	33.13 ^{b}	6.49 ^{bc}	17.20 ^{b}	9.83 ^{b}	48.15 ^{b}	22.24 ^{b}
نیتراژین Nitragin	1947.11 ^{b}	32.88 ^{b}	6.39 ^{c}	16.80 ^{b}	10.50 ^{b}	45.27 ^{b}	20.67 ^{b}
میکوریزا + نیتراژین Mycorrhiza+Nitragin	1928.57 ^{b}	35.72 ^{b}	6.94 ^{b}	17.62 ^{b}	10 ^{b}	50.65 ^{b}	23.33 ^{b}
شاهد Control	1363.63 ^{c}	28.60 ^{c}	5.59 ^{d}	13.86 ^{c}	8.67 ^{c}	34.81 ^{c}	16.02 ^{c}

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

*Means followed by the same letters in the column are not significantly different at 5% probability level according to DMRT.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای دامی، شیمیایی، و بیولوژیک روی برخی شاخص‌های مورفولوژیکی آلوئه‌ورا

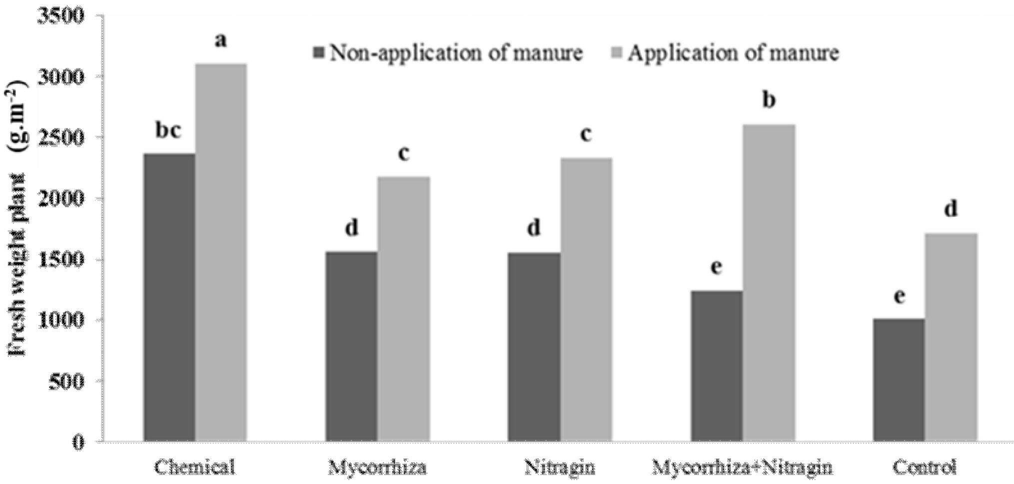
Table 6- The interaction effect of biological, chemical fertilizer and manure on the some morphological parameters of *Aloe Vera*

تیمار Treatment	وزن تر بوته Fresh weight of plant (g)	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width(cm)	ضخامت برگ Leaf thickness(mm)	تعداد برگ Number of leaves (in plant)	وزن خشک بوته Dry weight of plant (g)	عملکرد نهایی Final yield (ton.ha^{-1})
a_1b_1	3107.18 ^{a*}	49.17 ^{a}	8.75 ^{a}	23.53 ^{a}	15.33 ^{a}	78.10 ^{a}	36.04 ^{a}
a_1b_2	2177.55 ^{c}	37 ^{cd}	6.69 ^{cd}	18.70 ^{b}	12 ^{bc}	52.10 ^{bc}	24.05 ^{bc}
a_1b_3	2333.77 ^{c}	35 ^{cde}	6.45 ^{d}	19.47 ^{b}	11.67 ^{bc}	54.85 ^{b}	25.14 ^{b}
a_1b_4	2613.33 ^{b}	44.10 ^{b}	7.81 ^{b}	22 ^{a}	13 ^{b}	68.90 ^{a}	32.06 ^{a}
a_1b_5	1717.17 ^{d}	33.67 ^{de}	6.33 ^{d}	16.60 ^{c}	11 ^{c}	45.51 ^{c}	21.07 ^{bc}
a_2b_1	2367.06 ^{c}	38.83 ^{c}	7.18 ^{bc}	19.57 ^{b}	12.33 ^{bc}	69.74 ^{a}	32.42 ^{a}
a_2b_2	1563.74 ^{d}	29.27 ^{f}	6.29 ^{d}	15.70 ^{cd}	7.67 ^{e}	44.20 ^{cd}	20.43 ^{cd}
a_2b_3	1560.44 ^{d}	30.77 ^{ef}	6.33 ^{d}	14.13 ^{ed}	9.33 ^{d}	35.69 ^{de}	16.21 ^{de}
a_2b_4	1243.80 ^{e}	27.33 ^{fg}	6.08 ^{d}	13.23 ^{e}	7 ^{e}	32.4 ^{ef}	14.61 ^{ef}
a_2b_5	1010.08 ^{e}	23.53 ^{g}	4.84 ^{e}	11.11 ^{f}	6.33 ^{e}	24.10 ^{f}	10.97 ^{f}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

a_1= کاربرد کود گوسفندی، a_2= عدم کاربرد کود گوسفندی (a$_1$= with manure, a$_2$= Without manure)

b_1= کود شیمیایی، b_2= میکوریزا، b_3= نیتراژین، b_4= میکوریزا + نیتراژین، b_5= شاهد (b$_1$= chemical, b$_2$= Mycorrhiza, b$_3$= Nitragin, b$_4$= mycorrhiza+Nitragin, b$_5$=control)



شکل ۱- اثر متقابل کود دامی،بیولوژیک و کود شیمیایی و بیولوژیک بر وزن تر بوته آلوئه‌ورا

Fig. 1- The interaction effect of organic biological and chemical fertilizer and manure on the fresh weight plant in *Aloe vera*

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means within a bar followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level according to DMRT.

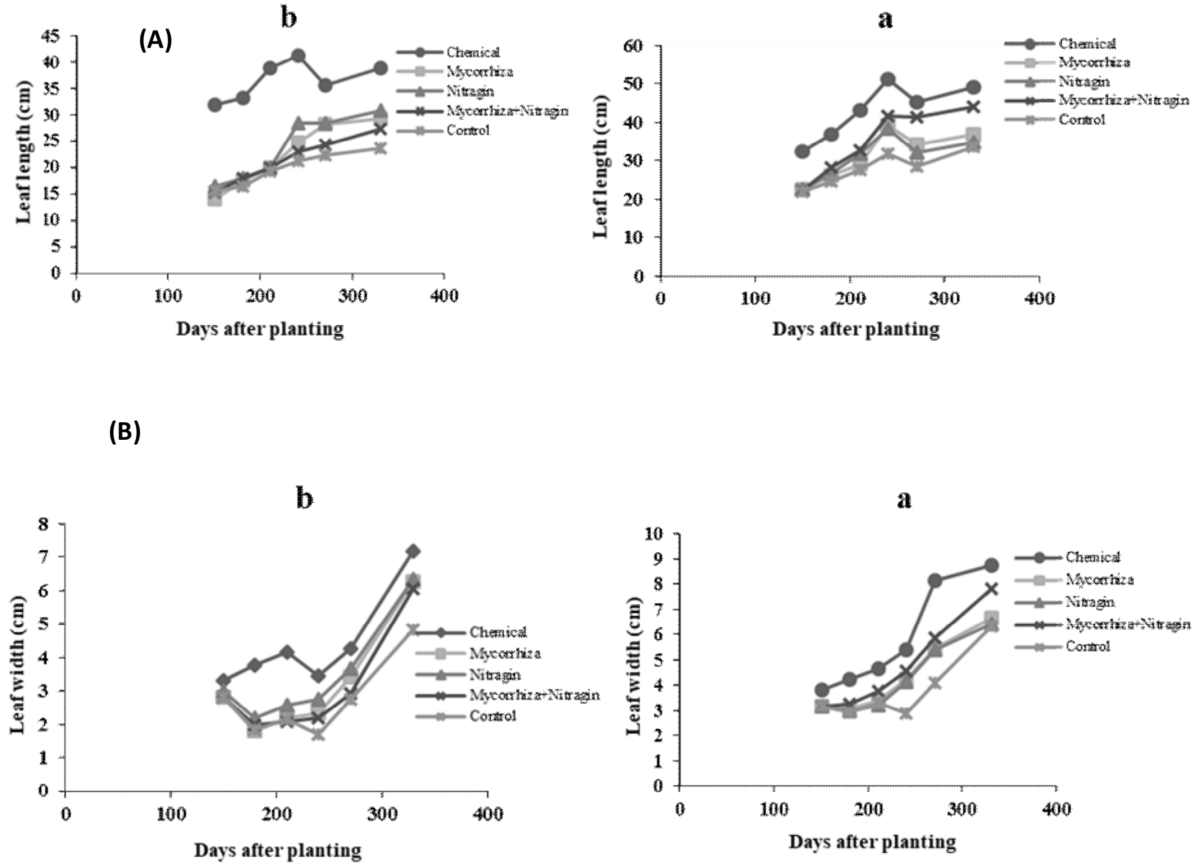
نجات‌زاده برندوزی و همکاران (Nejatzadeh-Barandozi et al., 2012) گزارش کردند که اگرچه تأثیر معنی‌داری بین تیمارهای کود شیمیایی و شاهد مشاهده نشد، ولی بیشترین تأثیر بر طول و عرض برگ آلوئه‌ورا در بالاترین میزان کود شیمیایی حاصل شد. کریشنا مورسی و مالیگا (Krishna Moorthy & Malliga, 2012) و آئینی و همکاران (Aeini et al., 2012) تأثیر معنی‌دار کاربرد کودهای بیولوژیک را نسبت به شاهد بر طول و عرض برگ آلوئه‌ورا گزارش کردند.

ضخامت برگ

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر متقابل تیمارها بر ضخامت برگ در سطح یک درصد معنی‌داری بود. تیمار ترکیب کود شیمیایی با کود گوسفندی به‌جز با تیمار تلفیق کودهای بیولوژیک همراه با کود دامی با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۶).

براساس نتایج به‌دست آمده کاربرد کود گوسفندی بر ضخامت برگ آلوئه‌ورا تأثیری معنی‌دار داشت (جدول۳) و مشاهده شد که با کاربرد کود گوسفندی ضخامتی برابر ۲۰/۰۶ میلی‌متر و بدون کاربرد کود گوسفندی ضخامتی برابر ۱۴/۷۵ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۴). از آنجا که آلوئه‌ورا گیاهی آبدار است و بیش از ۹۰ درصد برگ آن حاوی آب می‌باشد، تأمین رطوبت آلوئه‌ورا در حد مطلوب یکی از مدیریت‌های مهم زراعی در افزایش عملکرد تولیدی آلوئه‌ورا می‌باشد، بنابراین کود گوسفندی با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و بهبود ساختمان خاک می‌تواند رطوبت مناسب آلوئه‌ورا را در شرایط گرم آب‌وهوایی به‌خوبی فراهم کند. از طرفی دیگر، کود دامی با در اختیار قرار دادن عناصر غذایی ماکرو و میکرو و همین‌طور ایجاد شرایط فیزیکی مناسب برای ریزموجودات درون خاک به‌ویژه موجودات زنده موجود در کودهای زیستی باعث افزایش فعالیت آن‌ها شده و افزایش عملکرد را به‌دنبال خواهد داشت.

در این آزمایش همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های کودهای شیمیایی، بیولوژیک و شاهد نشان داد که بین این کودها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵). کود شیمیایی همراه با کود گوسفندی و شاهد (بدون هیچ کودی) به‌ترتیب با ۲۳/۵۳ و ۱۱/۱۱ میلی‌متر بیشترین و کم‌ترین ضخامت برگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). اگرچه در تیمار تلفیق کودهای بیولوژیک (۱۷/۶۲ میلی‌متر) نسبت به کود شیمیایی (۲۱/۵۵ میلی‌متر) ضخامت کم‌تری حاصل شد، ولی نسبت به شاهد (۱۳/۸۶میلی‌متر) به‌طور معنی‌داری باعث بهبود ضخامت برگ آلوئه‌ورا شد (جدول ۵). کوپتا و همکاران (Copetta et al., 2006) در مطالعه خود عنوان کردند که زیست‌توده ریحان در شرایط تلقیح با سه گونه قارچ میکوریزا افزایش یافت.



شکل ۲- روند تغییرات طول (A) و عرض (B) برگ آلوئه‌ورا (سانتی‌متر) تحت تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی در روزهای پس از کاشت (a) به همراه کاربرد کود گوسفندی، (b) بدون کاربرد کود گوسفندی

Fig. 2- Changes in *Aloe vera* leaf length (A) and leaf width (B) trends affected on biological and chemical fertilizer in days of after planting: (a) with manure and (b) Without manure

آن‌ها دلیل این امر را افزایش راندمان مصرف آب و بهبود جذب و دسترسی به عناصر غذایی برای گیاه تحت شرایط تلقیح با قارچ همزیست ذکر کرده‌اند.

ژل آلوئه‌ورا به‌دلیل کاربردهای فراوان در صنعت غذا، یکی از خصوصیات شناخته شده و مهم آلوئه‌ورا می‌باشد. بررسی وضعیت ضخامت آلوئه‌ورا تا حدودی می‌تواند بیانگر میزان ژل برگ باشد و به نظر می‌رسد هر چه ضخامت برگ بیشتر باشد، استخراج ژل نیز راحت‌تر صورت گیرد، به همین دلیل بررسی ضخامت برگ می‌تواند اهمیت زیادی در عملکرد آلوئه‌ورا داشته باشد.

تعداد برگ

اثر متقابل کودها بر تعداد برگ معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۳). بیشترین تعداد برگ (۱۵/۳۳) از تلفیق کود دامی و شیمیایی و کم‌ترین تعداد برگ (۶/۳۳) در نتیجه شاهد حاصل شد. بین تیمارهای بیولوژیک در ترکیب با کود دامی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، با این حال تلفیق کودهای بیولوژیک با ۱۳ برگ در بوته تأثیر بیشتری بر تعداد برگ داشت (جدول ۶). قلاوند و همکاران (Ghalavand et al., 2012) در آزمایشی روی نخود دریافتند که تعداد شاخه فرعی و اصلی در بوته در تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و آلی نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر کاربرد و عدم کاربرد کود

گوسفندی روی تعداد برگ نشان داد که کود گوسفندی باعث افزایش معنی‌دار تعداد برگ شد (جدول ۴). میرزا و همکاران (Mirza et al., 2008) نیز اثر معنی‌دار کود دامی بر تعداد برگ در آلوئه‌ورا نسبت به شاهد گزارش کردند. ساها و همکاران (Saha et al., 2005) نیز بیان کردند که در تیمارهای کود آلی نسبت به شاهد تعداد برگ بیشتری به‌دست آمد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از کودهای مختلف (شیمیایی و بیولوژیک) نشان داد که بین این کودها و شاهد از نظر افزایش تعداد برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد برگ (۱۳/۸۳) در تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد. بین تیمارهای بیولوژیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). نجات‌زاده برندوزی (Nejatzadeh-Barandozi et al., 2012) گزارش کردند با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای شیمیایی و شاهد، بیشترین میانگین تعداد برگ مربوط به یکی از تیمارهای شیمیایی بود. ساها و همکاران (Saha et al., 2005) نیز چنین نتیجه‌ای را تأیید می‌کنند. کریشنا مورسی و مالیگا (Krishna Moorthy & Malliga, 2012) بیان کردند که بیشترین تعداد برگ در تیمارهای بیولوژیک نسبت به شاهد در گیاه آلوئه‌ورا به‌دست آمد. خوشبخت و همکاران (Khoshbakht et al., 2010) در آزمایشی نتیجه گرفتند که اثر کودهای زیستی بر میانگین تعداد برگ گیاه آلوئه‌ورا معنی‌دار نشد، امّا براساس نتیجه مقایسه میانگین‌ها بیشترین افزایش تعداد برگ در مقایسه با شاهد مربوط به تیمار باکتری *سودوموناس پوتیدا* بود و تیمارهای دیگر تفاوتی با شاهد نشان ندادند.

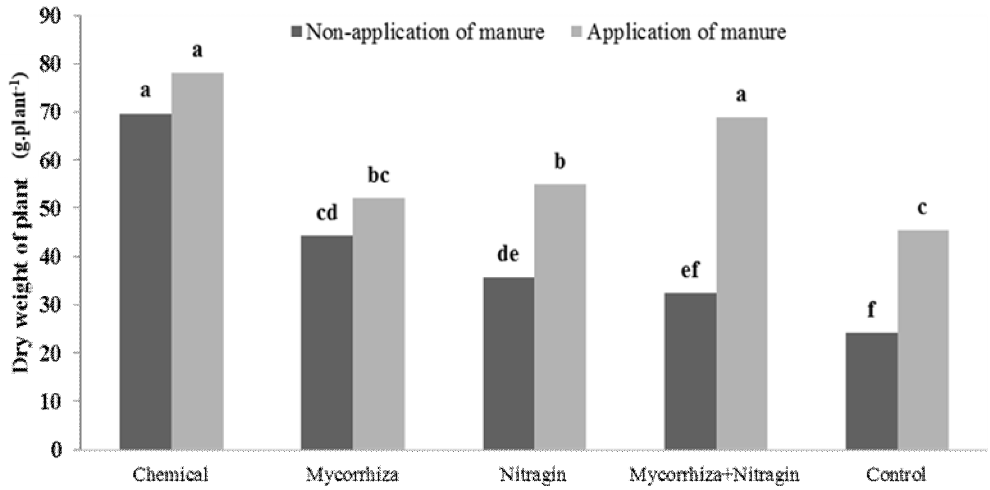
وزن خشک هر بوته

در این آزمایش اثر متقابل تیمارهای کودی بر وزن خشک بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تلفیق کود شیمیایی با دامی بیشترین وزن خشک (۷۸/۱۰ گرم در بوته) و شاهد (بدون هیچ گونه کودی) کمترین وزن خشک (۲۴/۱۰ گرم در بوته) را تولید کردند. در کاربرد کود گوسفندی، تیمار تلفیق کودهای بیولوژیک نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها به‌طور معنی‌داری وزن خشک بوته را افزایش داد، امّا در شرایط عدم کاربرد کود گوسفندی نتیجه‌ای برعکس حاصل شد، به‌طوری‌که کاربرد جداگانه کودهای بیولوژیک (به‌ترتیب نیتراژین با ۱۰/۱۵ و میکوریزا با ۳۶/۴۱ درصد برتری) نسبت به تلفیق این کودها باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته شدند (جدول ۶). تیمار تلفیق کودهای بیولوژیک همراه با کود دامی با تولید وزن خشک معادل ۶۸/۹۰ گرم در بوته بیشتر از بقیه تیمارهای بیولوژیک بر وزن خشک تأثیرگذار بود (شکل ۳). به نظر می‌رسد با کاربرد کود دامی مواد غذایی ریزموجودات فراهم شده و می‌توانند فعالیت خود را انجام دهند، در حالی که در عدم کاربرد کود دامی به‌دلیل فراهم نبودن مواد غذایی برای ریزجانداران، ایجاد رقابت بین قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های موجود در کود نیتراژین بر سر منابع غذایی امکان فعالیت آن‌ها را محدود می‌کند. مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makkizadeh et al., 2011) نیز گزارش کردند که تلفیق کود شیمیایی و کود آلی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد خشک ریحان نسبت به شاهد شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمار کاربرد و عدم کاربرد کود گوسفندی از نظر تأثیر بر وزن خشک بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makkizadeh et al., 2011) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک در برداشت اول و دوم ریحان نسبت به شاهد اثر معنی‌داری داشت. تحقیقات نشان داده که اثرات مطلوب کود دامی به‌دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت، تنظیم pH، افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت و همچنین برخورداری این کودها از عناصر غذایی می‌باشد (Arancon et al., 2004; Bauer & Black, 1994). لازم به ذکر است که استفاده از کودهای آلی نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را در پی دارد، امّا اثرات درازمدت آن بر خصوصیات خاک، تأمین عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف و حفظ بیولوژیکی خاک می‌تواند کاهش سود حاصله را جبران نموده و استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را ممکن سازد (Atiyeh et al., 2001).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها که در جدول ۵ نشان داده شده است، بیشترین وزن خشک بوته (۷۳/۹۲ گرم در بوته) از تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد. تمام تیمارهای بیولوژیک وزن خشک بوته را نسبت به شاهد افزایش دادند که در این بین تیمار تلفیقی کودهای بیولوژیک با افزایش ۴۵/۵ درصدی وزن خشک بوته نسبت به شاهد، بیشترین افزایش را در بین کودهای بیولوژیک داشت. خوشبخت و همکاران (Khoshbakht et al., 2010) گزارش کردند که اثر کودهای زیستی بر وزن خشک اندام هوایی آلوئه‌ورا معنی‌دار نبود. موتا فرناندز و همکاران (Mota-Fernández et al., 2011) نیز اثر مثبت میکوریزا را بر افزایش وزن خشک آلوئه‌ورا تأیید کردند.

مکی‌زاده تفتی و همکـاران (Makkizadeh et al., 2011) مشـاهده کردند که تیمار شیمیایی باعث افزایش عملکرد ماده خشک کل گیاه ریحان به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار کود زیستی شد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود شیمیایی و بیولوژیک بر وزن خشک تک بوته آلوئه‌ورا

Fig. 3- The mean comparisons of interaction effect of biological, chemical fertilizer and manure on the dry weight of *Aloe vera* (per plant)

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means within a bar followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level according to DMRT.

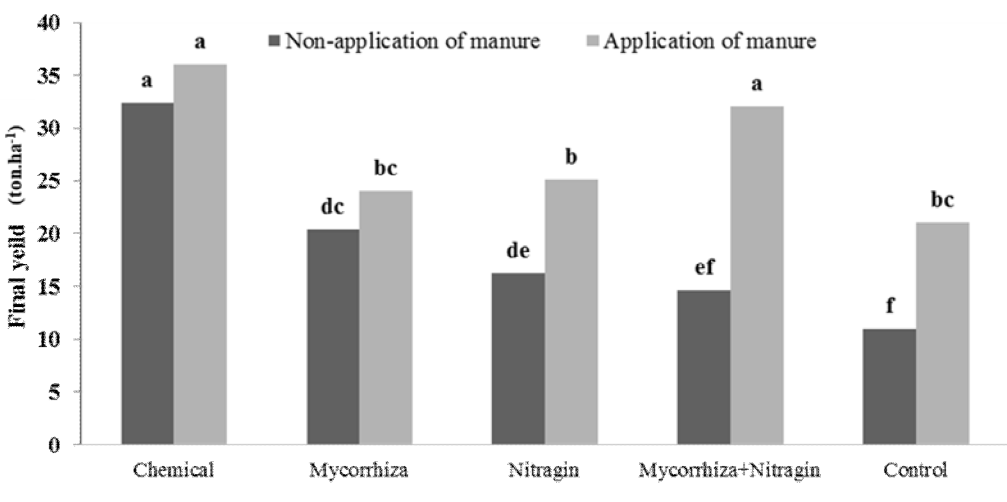
عملکرد نهایی (برگ تر قابل برداشت)

در این آزمایش اثرات متقابل تیمارهای کودی روی عملکرد برگ قابل برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تلفیق کود شیمیایی با کود دامی بیشترین عملکرد برگ قابـل برداشت (۳۶/۰۴ تن در هکتار) و شـاهد (بـدون هـیچ گونـه کـودی) کمترین عملکرد (۱۰/۹۷ تن در هکتار) را تولید کردند. تیمار تلفیقـی کودهای بیولوژیک همراه با کود گوسفندی اختلاف معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی همراه با کود دامی نداشت (شکل ۴)، بنابراین می‌تـوان گفت برای تولید عملکرد بالای آلوئه‌ورا بهتر است از کودهای آلـی و بیولوژیک به‌جای کودهای شیمیایی استفاده کـرد. کودهـای آلـی در مقایسه با کودهای شیمیایی تأثیر بیشتری بر رشد و عملکرد آلوئه‌ورا دارند (Saha et al., 2005). علاوه‌براین این کودها کیفیـت بـرگ را افـزایش مـی‌دهنـد (Mirza et al., 2008). کـاتولی و همکـاران (Kathuli et al., 2010) نیز در آزمایشی بـر روی آلوئـه‌ورا نتیجـه گرفتند که کاربرد توأم کود دامی و کود شیمیایی نسـبت بـه کـاربرد آن‌ها به‌صـورت جداگانـه تـأثیر بیشـتری بـر رشـد آلوئـه‌ورا دارد. در آزمایشـی کـه اکبـری و همکـاران (Akbari et al., 2009) روی آفتابگردان انجام دادند بیشترین عملکرد دانه از تلفیق کود شیمیایی و دامی حاصل شد. پورسیف و همکاران (Pouryousef et al., 2010) گزارش کردند که تلفیق کود شیمیایی و دامی نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش معنی‌دار عملکـرد دانـه اسـفرزه گردیـد. اکبـری نیـا و همکاران (Akbarinia et al., 2003) گزارش کردند که عملکرد دانه زنیان با کاربرد توأم کـود دامـی و تیمارهـای نیتـروژن و فسـفر در مقایسه با شاهد افـزایش یافـت. شـریفی عاشـورآبادی و عبـاس‌زاده (Sharifi Ashour Abadi & Abbas Zadeh, 2002) نیـز اظهـار داشتند که افزایش سطوح کاربرد کود دامی و شیمیایی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در مقایسه با شاهد شد. پژوهشگران دلیل این افزایش عملکرد در سیستم‌های تلفیقـی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهـای گیاه در سیستم‌های تلفیقی می‌داننـد (Mooleki et al., 2004)، بـه این معنی که در اوایل رشد که نیاز غذایی کم است، میـزان نیتـروژن معدنی آن‌ها کم‌تر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشـی

به‌علت تداوم فرایند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی‌تری ادامه پیدا می‌کند. کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ساختمان گرانوله‌ای خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک از دلایل افزایش عملکرد در سیستم‌های تغذیه‌ای تلفیقی و ارگانیک می‌باشد (Gryndler et al., 2008).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین کاربرد و عدم کاربرد کود گوسفندی از نظر تأثیر بر عملکرد نهایی (برگ قابل برداشت) اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). ساها و همکاران (Saha et al., 2005) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد بیولوژیک آلوئه‌ورا شد. مشابه این نتیجه را میرزا و همکاران (Mirza et al., 2008) نیز گزارش کردند. با توجه به نتایج مقایسه میانگین که در جدول ۵ نشان داده شده است بیشترین عملکرد برگ قابل برداشت (۳۴/۲۳ تن در هکتار) از تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد. تمام تیمارهای بیولوژیک عملکرد برگ قابل برداشت را نسبت به شاهد، افزایش دادند که در این بین تیمار تلفیق کودهای بیولوژیک با ۲۳/۳۳ تن در هکتار بیشترین تأثیر بر افزایش عملکرد برگ قابل برداشت داشت (جدول ۵). به‌طور کلی، تولید مواد آلی بیشتر در گیاهان منجر به افزایش تقسیمات سلولی و طویل شدن سلول می‌گردد که در اثر جذب بهتر و بیشتر عناصر خاک حاصل می‌شود (Uyanoz et al., 2002). ساها و همکاران (Saha et al., 2005) و نجات‌زاده برندوزی و همکاران (Nejatzadeh-Barandozi et al., 2012) گزارش کردند که تیمارهای شیمیایی نسبت به شاهد باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و وزن برگ آلوئه‌ورا شد. کریشنا مورسی و مالیگا (Krishna Moorthy & Malliga, 2012) بیان کردند که در گیاه آلوئه‌ورا بیشترین وزن برگ در تیمارهای بیولوژیک نسبت به شاهد به‌دست آمد. خوشبخت و همکاران (Khoshbakht et al., 2010) در آزمایشی نتیجه گرفتند که اثر کودهای زیستی بر وزن تر اندام هوایی گیاه آلوئه‌ورا معنی‌دار شد و وزن‌تر اندام هوایی گیاه در اثر تیمار با کودهای بیولوژیک نسبت به گیاهان شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد.

در واقع افزایش عملکرد و اجزای آن در زمان استفاده از کودهای بیولوژیک می‌تواند ناشی از وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر بر اثر تلقیح با باکتری‌های افزاینده رشد باشد که از طریق چرخش مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها، حفظ سلامتی ریشه در طول دوره رشد در رقابت با پاتوژن‌های گیاهی ریشه و افزایش جذب مواد غذایی باعث رشد گیاه می‌شوند.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد نهایی (برگ تر قابل برداشت) آلوئه‌ورا

Fig. 4- Mean comparisons for the interaction effect of biological, chemical fertilizer and manure on the final yield (fresh leaf be harvested) in *Aloe vera*

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means within a bar followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level according to DMRT.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش حاکی از پاسخ مثبت گیاه دارویی آلوئه‌ورا به مصرف تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بود. در بین تیمارهای به‌کار رفته، کاربرد کود شیمیایی نسبت به سایر تیمارهای کودی بیشترین تأثیر بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد آلوئه‌ورا داشت و این در حالی بود که ترکیب کود شیمیایی با کود گوسفندی نسبت به کاربرد جداگانه آن تأثیر بیشتری روی خصوصیات آلوئه‌ورا داشت. کودهای بیولوژیکی به‌کار برده شده در این آزمایش اگرچه نسبت به کود شیمیایی تأثیر کم‌تری داشتند، ولی با این وجود تمام آن‌ها نسبت به شاهد باعث بهبود خصوصیات آلوئه‌ورا شد که این بهبود در تیمار تلفیقی کودهای بیولوژیک به همراه کاربرد یا عدم کاربرد کود دامی متفاوت بود، به این صورت که هنگامی که تیمار تلفیقی کود بیولوژیک همراه با کود دامی استفاده شد، نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها برتری داشت، امّا زمانی که بدون کود گوسفندی استفاده شد، کاربرد جداگانه نسبت به تلفیق آن‌ها تأثیر مثبت بیشتری داشت.

در این آزمایش مشاهده شد که کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیک همراه با کود گوسفندی نسبت به استفاده کود شیمیایی همراه با کود دامی اختلاف معنی‌داری در عملکرد آلوئه‌ورا نداشت و حتی نسبت به کاربرد جداگانه کود شیمیایی نیز برتری داشت، بنابراین، با توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم‌نهاده و عاری بودن گیاهان دارویی از بقایای مواد شیمیایی و کاهش هزینه‌های مصرف کودهای شیمیایی می‌توان توصیه کرد که مصرف کودهای دامی به همراه کودهای زیستی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشد که ضمن تولید بیشتر و کیفیت بالاتر آلوئه‌ورا، در بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی زیست‌محیطی گام برداشت.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مهندس ابراهیم فرخی و مهندس کهزاد سرطاوی که در اجرای این تحقیق یاریگر ما بودند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

References

Adams, S.P, Leitch, I.J., Bennett, M.D., Chase, M.W., and Leitch A.R., 2000. Ribosomal DNA evolution and phylogeny in Aloe (*Asphodelaceae*). Journal of Botany 87(11):1578-1583.

Aeini, M., Yousefi Rad, M., and Ehteshami, S.M., 2012. The effects of growth stimulant bacteria on qualitative and quantitative yield of *Aloe vera*. Annals of Biological Research 3(12): 5669-5673.

Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavi, S.A.M., 2009. Effects of different nutrition systems (organic, chemical, and integrated) and biofertilizer on yield and othergrowth traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of sustainable agriculture 19(1): 83-93. (In Persian)

Akbarinia, A., Sefidcon, F., Rezaee, M.B., and Sharifi, A., 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure, and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh and Sazandegi 6: 32-41. (In Persian with English Summary)

Allen, M.F., Swenson, W., and Querejeta, J.I., 2003. Egerton-Warburton L.M., Treseder K.K. Ecology of Mycorrhizae: A conceptual framework for complex interactions among plants and fungi. Annual Review of Phytopathology 41:271-303.

Allen, M.F., 1991. The Ecology of the Mycorrhizae. Cambridge University Press. p. 196 ISBN: 0521335531.

Al-Mario Casimir, J., and Morales-Payan, P., 2003. Growth and yield of cilantro fertilized with cow and sheep manures. 1th International Hourticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants. Merto Toronto Convention Center. pp. 91.

Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.

Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D., 2001. The influence of pig manure on the growth earthworm-processed and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.

Baker., 2006. Nitrogen uptake characteristics of corn roots at low N concentration as influenced by plant age. Agronomy Journal 132: 17-19.

Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R., and Azcon-Aguilar, C., 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 56: 1761-1778.

Bauer, A., and Black, A.L., 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America Journal 58: 185-193.

Copetta, A., Lingua, G., and Berta, G., 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza 16: 485-494.

Dauden, A., and Quilez, D., 2004. Pig slurry vsrsus mineral fertilization on com yield and nitrate leaching in a Mediterranean irrigated environment. European Journal of Agronomy 21: 7-19.

Farrokhi, E., and Nassiri Mahallati, M., 2013. Situation of *Aloe vera* production in Bushehr province. Eighth Congress of Iranian Horticultural Science from p. 2982-1987. September 4th to 7th , Hamadan, Iran. (In Persian)

Ghalavand, A., Mohamadi, K., Agha Alikhani, M., Sohrabi, Y., and Haidari, G., 2012. Effects of different organic and biological fertilizers on yield and yield components of chickpea (*Cicer aritenium* L.). Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi) 94: 41-49. (In Persian)

Gryndler, M., Sudova, R., and Rydlova, J., 2008. Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter? Bioresource Technology 99: 6391–6399.

Hamman, J., 2008. Composition and applications of *Aloe vera* leaf Gel. Molecules 13(8): 1599-1616.

Harshavardhan, P.G., Vasundhara, M., Raviraja Shetty, G., Nataraja, A., Sreeramu, B.S., Chandre Gowda, M., and Sreenivasappa, K.N., 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L). Biomed 2(3): 288.

Hernández-Cruz, L.R., Rodriguez-García, R., Rodríguez, D.J., and Angulo-Sánchez, J.L., 2002. *Aloe vera* response to plastic mulch and nitrogen 570-574. In: Janick, J., and Whipkey, A., (Eds.). Trends in new crops and new uses. ASHS Press. 599 p.

Jahan, M., and Nassiri Mahallati, M., 2012. Soil Fertility and Biofertilizers (An Agroecological Approach*).* Ferdowsi University of Mashhad Press. Mashhad, Iran. No. 603. (In Persian)

Karami, A., and Sepehri, A., 2012. Integrated biological and chemical fertilizers on yield and borage (*Borago officinalis* L.) oil under water deficit stress. Iranian Journal of Field Crop Science 43(4): 691-699. (In Persian)

Kathuli, P., Nguluu, S.N., Musyoki, R., Omari, F., Matimbii, S.M., and Mutunga, R., 2010. Effects of fertilizer and manure application on growth and adaptability of three common aloe species in semi-arid eastern Kenya. Proceedings of 12th KARI Biennial Conference held at KARI Hqts. 8-12 Nov. 2010. 1043-1048.

Kazi, L.H., 2007. Effect of different nitrogen and potassium rates on agronomic characters of *Aloe indica*. Building of Agronomy 35: 58-62.

Khoshbakht, T., Bahadori, f., Khalighi, A., and Ardalan, M.M., 2010. Effect of plant growth promoting bacteria on micro and macro elements and the *Aloe vera* plant in a greenhouse. Journal of Crop Physiology 8(2): 45-59. (In Persian)

Koocheki, A., and Khajeh Hosseini, M., 2008. Modern Agronomy. Jahad Mashhad University Press, Iran. 712 pages. (In Persian)

Krishna Moorthy, S., and Malliga, P., 2012. Plant characteristics, growth, and leaf gel yield of *Aloe barbadensis* Miller. as affected by cyanopith biofertilizer in pot culture. International Journal of Civil and Structural Engineering 3(2): 884-892.

Lampkin, N., 1990. History of Medicine. New York: Facts on file.

Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M., and Khavazi, K., 2011. The effect of organic, biologic, and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agricultural and Sustainable Production. 22(1): 1-12. (In Persian with English Summary)

Manjunatha, H.M., Sreeramu, B.S., Raviraja Shetty, G., Vasundhara, M., and Chandre Gowda, M., 2007. Influence of irrigation regimes and fertility levels on growth of long pepper (*Piper longum* L.). Biomed 2(3): 272.

Mirza, H., Kamal Uddin, A., Khalequzzaman, K.M., Shamsuzzaman, A.M.M., and Kamrun, N., 2008. Plant characteristics, growth, and leaf yield of *Aloe vera* as affected by organic manure in pot culture. Australian Journal of Crop Science 2(3): 158-163.

Mooleki, S.P., Schoenau, J.J., Chales, J.L., and Wen, G., 2004. Effect of rat, frequency, and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiencyn in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science 84: 199-210.

Morton, J. F., 1961. Folkuses and commercial exploitation of *Aloe* leaf pulp. Economic Botany 15: 311-319.

Mota-Fernández, S., Álvarez-Solis, J.D., Abud-Archila, M., Dendooven, L., and Gutiérrez-Miceli, F.A., 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus concentration on plant growth and phenols in micropropagated *Aloe vera* L. plantlets. Journal of Medicinal Plants Research 5(27): 6260-6266.

Nejatzadeh-Barandozi, F., Naghavi, M.R., Tahmasebi Enferadi, S., Mousavi, A., Mostofi, Y., and Hassani, M.E., 2012. Genetic diversity of accessions of Iranian *Aloe vera* based on horticultural traits and RAPD markers. Industrial Crops and Products 37: 347–351.

Omidbaigi, R., 2010. Production and Processing of Medicinal Plants. Astan Quds Razavi Publications (Behnaashr Co.), Iran. Volume foure. 400 pages. (In Persian)

Pouryousef, M., Mazaheri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, A., and Tavakoli, A., 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*Plantago ovata* Forsk). Electronic Journal of Crop Production 3(2): 193-213. (In Persian with English Summary)

Ramachandra, C.T., and Srinivasa, P., 2008. Processing of *Aloe vera* gel: a review. American Journal Agricultural and Biological Science 3(2): 502–510.

Rodriguez-Garcia, R., Jasso de Rodriguez, D., and Angulo-Sanchez, J.L., 2000. Comparison between the production of leaves, gel, and juice in *Aloe vera* grown with plastic mulch or natural conditions. In: Annual Meeting Association for the Advancement of Industrial Crops and New Uses Council, 15-17 October, St. Louis, Missouri, p. 35.

Rodriguez-Garcia, R., Jasso de Rodriguez, D., Gil-Marin, J.A., Angulo-Sanchez, J.L., and Lira-Saldivar, R.H., 2007. Growth, stomatal resistance, and transpiration of *Aloe vera* under different soil water potential. Industrial Crops and Products 25: 123–128.

Saha, R., Palit, S., Ghosh, B.C., and Mittra, B.N., 2005. Performance of *Aloe vera* as influenced by organic and inorganic sources of fertilizer supplied through fertigation. Conservation Cultivation and Sustainable Use of MAPs 2: 171-175.

Sharifi Ashour Abadi, E, and Abbas Zadeh, B., 2002. Effect of organic and chemical fertilizers on nitrogen uptake and efficacy of herbal fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants 19(3): 313-324. (In Persian with English Summary)

Sharma, A.K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Vol. 12, 319-324 pages. Agrobios, India.

Shoghi Kalkhoran, S., Ghalavand, A., Modares Sanavi, S.A.M., 2012. Effects of bio fertilizer and green manure (winter wheat) in combination with integrated nitrogen sources (chemical-farmyard manure) on quantitative and qualitative characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Environmental Sciences 9(2): 35-52. (In Persian with English Summary)

Sartavi, k., and Gholamian, F., 2004. Medicinal plants of Bushehr province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 20(2): 213-227. (In Persian with English Summary)

Uyanoz, R., Cetin, U., Zengin, M., and Gur, K., 2002. Effect of different organic wastes on nitro genmineralization and organic carbon contents of soil: International Conference on SustainableLand Use and Management, Canakkale, Turkey 2: 23-28.

Yazdani, D., Rezaei, M.B., Kyanbakht, S., and Khosravani, S., 2006. Overview of various aspects of medicinal *Aloe vera* (L.) Burm. f. Journal of Medicinal Plants 5(19):1-8. (In Persian with English Summary)

Zhao-Pu, L., Geng-Mao, Z., Ling, L., and Ging-Song, Z., 2006. Nitrogen metabolism of *Aloe vera* under long-term diluted seawater irrigation. Journal of Applied Horticulture 8(1): 33–36.

Ziaee, A.A., Mesgarpur, B., and Shabestary, A., 2005. Medicinal Plants: Evidence-based: Contraindications and Drug Interactions. Publications Teymurzade. 424 pages. Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 13, No.3, Fall 2021, p. 391-407

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰، ص ۴۰۷-۳۹۱

The Effects of Manure and Biological and Chemical Fertilizers on Yield and some Morphological Characteristics of *Aloe vera* (*Aloe burbadensis* Miller.) in Bushehr Province

E. Farrokhi[1], A. Koocheki[2*], M. Nassiri Mahalati[2], and R. Khademi[3]
Submitted: 15-05-2014
Accepted: 08-08-2014

Farrokhi, E., Koocheki, A., Nassiri Mahalati, M., and Khademi, R., 2021. The effects of manure and biological and chemical fertilizers on yield and some morphological characteristics of *Aloe vera* (*Aloe burbadensis* Miller.) in Bushehr province. Journal of Agroecology 13(3):391-407.

Introduction

Aloe vera is a permanent, evergreen species with special industrial and pharmaceutical applications. However, information about its nutrition management is scarce. Plants absorb nutrients through complex interactions in the rhizosphere between roots, symbiotic or non-symbiotic microorganisms, and soil fauna. Inoculations of soil microorganisms (in the form of biofertilizers) to improve crop production and plant health were mainly undertaken for the group of bacteria known as PGPB (plant growth-promoting bacteria) or PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) and mycorrhizal fungi. To be effective, inoculated organisms must have soil conditions that are suitable for development, which can be improved by applying manure. Compared to the use of inorganic fertilizers, the application of organic manure in agriculture fields results in significant effects on microbial biomass, on the profile of existing species and, consequently, on the enzymes they circulate in the soil and its pool of organic matter. In this way, it interacts with the overall fertility of the environment. Different options of soil fertility management for increasing yield of aloe vera were studied in a field experiment.

Materials and Methods

A split plot experimentwas conducted based on randomized complete block design with three replications during 2012-2013 growing season in Agricultural Research Center of Bushehr province (29º16'0"N 51º31'0"E and 110 m above sea level). Seedlings were planted on May 4, 2012 with a distance of 0.7 m spacing on row with 1 m distance. The distance between Aloe vera rows was 1 m. The drip irrigation method was used for irrigation. Main plot factor consisted of 0 and 20 ton.ha^{-1} sheep manure and five methods of soil fertility management were assigned to subplots including 1) chemical fertilizer (80 kg.ha^{-1} super phosphate+200 kg.ha^{-1} urea), 2) Mycorrhiza (using soil containing fungi from *mosea*), 3) biological fertilizer nitrogen (containing *Azotobacter* spp; *Pseudomomas* spp; and *Azosprillium* spp), 4) combination of Mycorrhiza and Nitrogen, and 5) no fertilizer (control). Monthly samplings were taken in 150, 180, 210, 240, 270 and 330 days after planting. Fresh and dry weight of leaves, leaf length, width and thickness and number of leaves per plant were measured. Harvestable leaves were considered as final yield.

Results and Discussion

The results indicated that interaction between manure and chemical or biological fertilizers was significant for all measured traits. Application of sheep manure was led to significantly higher growth and yield of aloe vera with better performance when manure was combined with chemical fertilizers. The highest number of leaves was obtained from integrated use of manure and chemical fertilizers with about 15 leaf per plant. While the lowest number of leaves was observed in control treatment. The interaction between treatments had a significant effect ($p \leq 0.01$) on leaf thickness. Plants treated with combination of chemical fertilizer and sheep manure had significant differences with other treatments, except with integrated use of biological fertilizers and manure. The

1- PhD in Agroecology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
3- M.Sc., Faculty of Agriculture and Natural Resources Research Center of Bushehr province, Iran.
(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v1i1.35204

highest fresh and dry weight of plant 3107.2 and 78.1 g $plant^{-1}$, respectively and the highest final yield (36.04 $tons.ha^{-1}$) was achieved with integrated use of manure and chemical fertilizers. The results also indicated that high aloe vera yields with great quality could be obtained with combined application of manure and biological fertilizers as an alternative for chemical fertilizers.

Conclusion

Producing medicinal plants under low input of chemical fertilizers is of great importance for human health, environment, as well as production costs. Results of this experiment showed that application of manure with biofertilizers could be considered as a proper alternative to chemical fertilizers. Nutrition of aloe vera with this integrated management method will results to high yield and quality in addition to improving the physical, chemical, and biological properties of soil.

Acknowledgment

We are grateful to Ebrahim Farrokhi and Kohzad Sartavi for their help with the field experiments, collecting field data and providing necessary advices to carry out this work.

Keywords: Harvestable yield, Sheep manure, Mycorrhiza, Nitrogen